

广西田林县浪平碳酸盐台地石炭纪沉积 环境及大塘期苔藓虫—珊瑚点礁

方少仙 侯方浩

(西南石油学院, 四川, 南充)

一、区域地质概况

浪平碳酸盐台地位于桂西北田林县与乐业县境内, 在区域构造上位于华南海西部南盘江区域内。根据我院碳酸盐岩研究室的研究, 华南海在早古生代末期位于大陆边缘, 海西期时受东南库拉板块俯冲以及西部特提斯海北支洋壳分裂的影响, 区域上形成东北与北西向两组断裂系统, 从而使海区进入陆缘断陷海盆地发育阶段。断裂活动把早古生代的基底切割成网状分布的狭长形断堑以及由其所围限的块状断垒。继后, 断堑发展为深水海槽, 主要发育各类深水碳酸盐重力流沉积、火山碎屑浊积岩、凝灰岩、硅质岩以及少量泥质岩沉积。断垒则发育为浅水海台, 其上为继承性的碳酸盐岩沉积。上述区域构造特征最终使晚古生代的华南陆缘海盆呈现一种独特的由众多的孤立碳酸盐台地与狭长海槽相间排列, 座落有序的古地貌与古环境格局。浪平台地仅仅是其中一个较小的孤立的碳酸盐台地, 石炭系出露面积约七百平方公里(图1)。

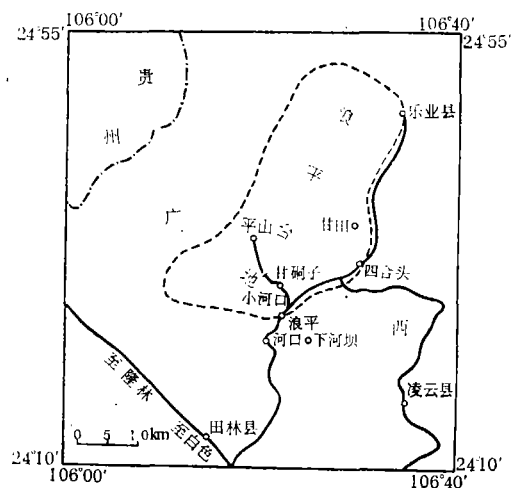


图1 广西田林县浪平碳酸盐台地位置图

Fig. 1 Location of the carbonate platform at Longping in Tianling County, Guangxi

石炭纪时, 浪平碳酸盐台地主要处于浅滩环境, 堆积了大量以海百合屑为主的生物碎屑和内碎屑, 滩水浅时, 它们相互组合形成各种颗粒岩, 随滩水加深可依次发育为泥粒-颗粒岩、泥粒岩以至粒泥岩。台地边缘经常有藻粘结岩发育。台地前缘斜坡上主要是岩屑流成因的角砾灰岩(角砾屑泥粒岩和颗粒岩)堆积, 间有颗粒流成因的颗粒岩和具粒级递变层的钙屑浊积岩(泥粒岩-粒泥岩-灰泥岩递变的韵律层)的沉积。在海槽盆地中沉积的也是具粒级递变韵律层的钙屑浊积岩。这些重力流岩类的发育表明台地边缘具有较陡峭的跌积边缘的特征。苔藓虫-珊瑚点礁位于台地内部近南端甘碛子村, 时代属石炭世大塘期, 系西南石油学院碳酸盐岩研究室首先发现, 1982年进行剖面丈量。1983年笔者等作了较详细的补充工作。

二、代表性剖面的基本岩性特征及环境概况

(一) 甘碛子剖面——台地内部环境剖面

甘碛子剖面位于台地内部近南端(图1), 石炭系地层出露完全, 露头极佳, 主要由一套深灰至浅灰色厚层至块状的生物及其碎屑与内碎屑组合而成的泥粒岩、泥粒-颗粒岩、颗粒岩及少量粒泥岩组成。在大塘阶(C_1^2)底部有苔藓虫-珊瑚格架礁。其基本岩性特征和环境概况如下:

1. 下伏层——上泥盆统(D_3) 1—2层, 厚42.76米。

灰色厚层至块状核形石¹⁾颗粒岩、核形石砂屑颗粒岩夹砂屑泥粒-颗粒岩。属核形石浅滩环境。与上覆下石炭统为整合接触。

2. 石炭系(C) 3—143层, 厚1020.48米。

下石炭统(C_1) 3—64层, 由下至上分岩关和大塘两个阶, 厚475.40米。

岩关阶(C_1^1) 3—5层, 厚34.04米。

底部深灰至灰色厚层至块状海百合茎泥粒岩(图版I, 1), 向中、上部海百合茎破碎加剧, 隐口目和变口目苔藓虫, 腕足(屑)有孔虫及砂、砾屑含量增加, 逐渐过渡为含砂屑棘屑和含生屑砂屑泥粒-颗粒岩与颗粒岩; 顶部为棘屑泥粒岩。属海百合生物岩丘和内碎屑棘屑滩环境。可视为上覆大塘阶生物格架礁基底岩石组合的一部分。

化石: *Eochoristites* sp. *Schuchestites* sp.

大塘阶(C_1^2) 6—65层厚441.66米。

下段为礁灰岩组合, 厚205.06米。下部有53.36米的灰色块状含粉屑生物泥粒岩, 藻粘结作用显著, 局部含*Reanlcis*; 中部夹砂屑腹腕足颗粒-泥粒岩, 局部腕足类、单体珊瑚、腹足类、有孔虫、棘屑等可富集达30—40%, 与岩关阶一道组成礁基底岩石组合。

中部为生物格架礁, 厚129.00米, 具四个旋回, 每一旋回下部为含砾砂屑腕足、苔藓的棘屑泥粒-颗粒岩或含苔藓、腕足的海百合茎泥粒岩, 向上过渡为苔藓虫或苔藓虫-珊瑚或珊瑚格架岩。一、二旋回下部白云化剧烈。(详见本文第三部分及图3)。

上部有厚层状藻粘结粉屑藻球粒泥粒岩, 细生屑粒泥-泥粒岩与含生粉屑腕足颗粒-

1)核形石d = 1~3 mm浑圆形, 包壳疏密不等, 肉眼观察极易误认为鲕石, 区测资料定为“鲕状灰岩”

泥粒岩的间互层。腕足类为细纹长身贝、巨大长身贝，保存好，丰度可高达50%。表明水体加深成较深水内碎屑滩及腕足生物岩丘环境，致使礁体淹没消亡。

上段厚219.08米，为灰色厚层-块状含棘屑或生屑的（砾）砂屑泥粒-颗粒岩，颗粒岩与砂屑棘屑泥粒-颗粒岩等的间互层，夹若干层含砂屑棘屑的腕足颗粒-泥粒岩。底、中、上各有一层含砂屑生屑核形石灰岩。本段下部悬垂胶结、粒级递变与冲刷面、藻粘结、潜穴等常见，中部有白云化。

据上特征，大塘阶沉积环境主要是浅滩和较深水滩，早期发育了生物礁，中间曾间隙暴露于大气淡水作用带。

化石：*Yuanophyllum* sp. *Dibunophyllum* sp. *Thysanophyllum* sp.

Lithostrotion sp. *Steinophry midium* sp.

上石炭统（C₂） 65—143层，由下至上分为威宁与马平二阶，厚544.78米。

威宁阶（C₂¹） 65—92层，厚294.25米。

下段厚153.12米为白云化段。下部为含砾的粗、中砂级棘屑泥粒-颗粒——含生屑粉细砂屑颗粒-泥粒岩的粒级递变韵律层，单层厚0.8—2.0米，顶具冲刷面。上部主要为含棘屑泥粒岩，鲕含量向上增加，顶部可过渡为含鲕棘屑泥粒-颗粒岩。含单体珊瑚、腕足、苔藓、有孔虫等。本段白云化剧烈，原岩绝大部分转变成中—细晶糖粒状白云岩，内含残余灰岩块。

上段主要为灰色、浅灰色块状含砂屑或含砂屑鲕的棘屑泥粒岩及含砂屑棘屑的鲕泥粒-颗粒岩的不等厚互层，底有含砂屑鲕核形石灰岩。中、上部夹藻包团颗粒-泥粒岩及含砂屑鲕的珊瑚苔藓虫泥粒岩。本段中、下部普遍含红藻*Korenia*，个别层富集成含鲕棘（砂）屑红藻泥粒岩，中、上部粒级递变和冲刷现象较显著。

据上特征，威宁阶早期为较深水滩或台内洼地，中、晚期主要为较深水滩，间隙为浅滩环境。

化石：*Carinchiapyllum exquisitus*；*Fusullina*；*Fusulinella*；

Brannerocera sp.

马平阶（C₂²） 93—143层，厚250.53米。

本阶均为灰、浅灰色厚层、块状内碎屑灰岩。下部以含砂屑棘屑泥粒岩，含鲕棘屑或含砂屑鲕棘屑泥粒岩、颗粒-泥粒岩为主夹含砂屑棘屑鲕颗粒岩。向上内碎屑成分和组成近似，唯亮晶含量不断增多，至上部以颗粒岩占优势，且颗粒粒度亦有所加大，中、上部常含砂、砾屑或生屑粗，达细砾级。

下部普遍含腕足类化石，个别层达10%，藻粘结较普遍，局部见粒级递变和冲刷现象。本阶大部分地层中颗粒显定向排列，并有变形现象；鲕含量向上增多，泥晶化较明显。中部偶见悬垂胶结。

据上特征，马平阶沉积环境早期为较深水（浅）滩与深水滩（或台内洼地），以后逐渐变浅，至晚期已转变为浅滩环境。

化石：*Triticites*；*Pseudoschwagerina*；*Quasifisulina*等。

3. 上覆层——下二叠统栖霞阶（P₁¹） 测厚15米。

深灰色厚层粉（生）屑泥粒岩夹粒泥岩，并夹有葛万藻核形石泥粒岩及具原地生态

的巨大瓣鳃泥粒岩各一层。为典型的泻湖沉积环境。

(二) 小河口-浪平-下河坝剖面——台地边缘-台地前缘斜坡-海槽盆地剖面(图2)。

由于后期构造变动, 台地成一正形背斜, 台地边缘处于背斜翼部, 又因剥蚀作用及陡崖地形的限制, 观察剖面沿山脚公路进行, 故斜坡-海槽剖面依次由下石炭统的上、中斜坡沉积层及上石炭统的中、下斜坡沉积层组成(图3)限于地形, 仅对部分层段进行了实测, 据地质图及产状推算, 总厚一千二百米以上。

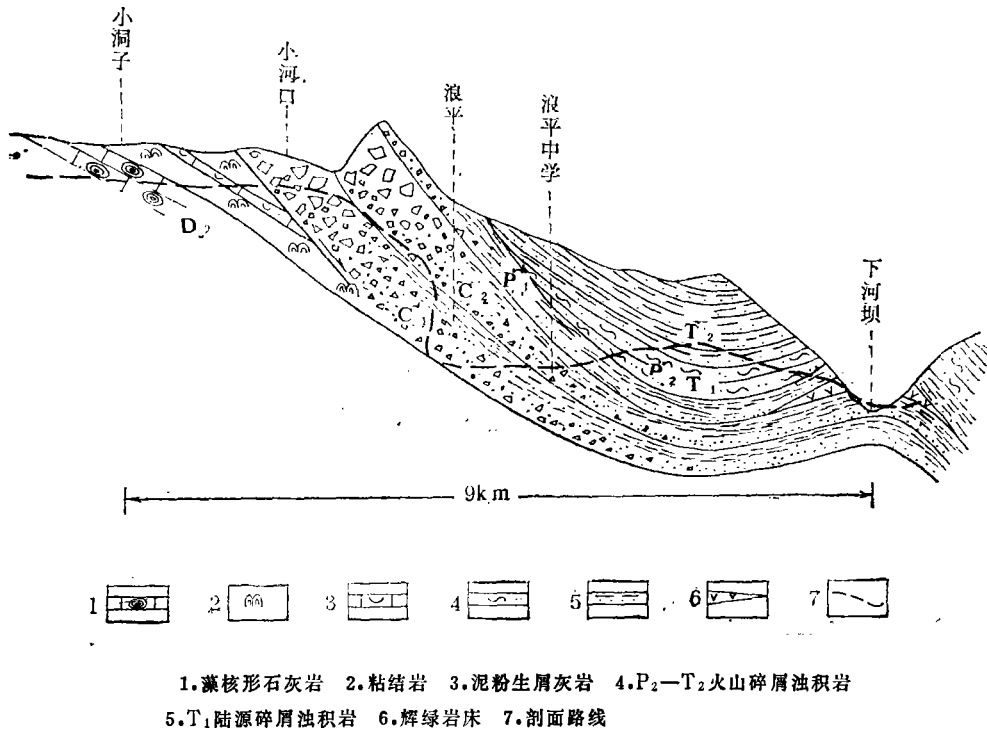


图2 浪平台地石炭系台地边缘斜坡及海槽盆地剖面示意图

Fig. 2 Schematic section diagram of margin-foreslope-trough basin of the Carboniferous carbonate platform at Longping in Tianling county, Guangxi

1. 台地边缘沉积层 时代C₁。灰白色块状藻粘结岩及部分黑灰色块状粉屑生屑泥粒岩, 夹角砾屑泥粒岩(即角砾灰岩)和棘屑泥粒-颗粒岩透镜体, 厚213.00米。

藻粘结岩为蓝绿藻丝体粘结灰泥及粉屑等组成, 偶见棘屑及腕足屑, 为台地边缘浅水沉积。粉屑生屑泥粒岩中生屑为粉屑级腕足与棘屑, 个别层中见海底滑动构造, 是台地边缘粘结岩带外侧较深水的正常沉积。向上部粉屑生屑泥粒岩增多, 约与粘结岩等量。表明粘结岩带向台内螺旋式地退缩。

下部粘结岩内有角砾岩透镜体五层, 下凹上平, 角砾以粘结岩为主, 也有粉屑生屑泥粒岩与上泥盆统的核形石颗粒岩, 角砾最大达1米, 杂基支撑(图版I, 2), 属小型

水道角砾岩沉积体。

棘屑泥粒-颗粒岩呈“U”形切割于粉屑生屑泥粒岩内，下部含10—15%角砾。其延伸方向适与台地边缘垂直，为海底峡谷棘屑砂流沉积。

化石：*Eochoritites* sp. *Mextiniella* sp.

2. 台地前缘上斜坡沉积层 时代C₁，灰色厚层状逆粒序角砾屑泥粒岩与颗粒岩，单层厚40厘米到2米左右。分两种类型，一类由粘结岩块组成，杂基支撑（图版I，3）；另一类由粉屑生屑泥粒岩组成，由几个世代亮晶方解石胶结。以上特征表明是斜坡角度>20°的岩屑流沉积。

3. 台地前缘中斜坡沉积层 时代C₁。灰色厚层至块状角砾屑颗粒岩—生屑砂屑颗粒岩—粉屑生屑泥粒岩的粒级递变层，单层厚20厘米至10余米，层理不规则（图版I，4）。大多数层的物质主要来自粉屑生屑泥粒岩，个别层主要来自粘结岩，后者杂基支撑成角砾屑泥粒岩。中部夹腕足棘屑颗粒岩的小型海底峡谷砂流沉积。属中斜坡的碎屑席沉积。

4. 台地前缘下斜坡沉积层 时代C₂，灰色中—厚层含砾屑的砂屑生屑泥粒岩—粒泥岩—灰泥岩粒级递变韵律层，层理不规则，单层厚数十厘米至数米不等。一般下部为含砾屑的砂屑棘屑泥粒岩，向上依次递变为砂屑棘屑泥粒岩、含粉屑棘屑粒泥岩以至灰泥岩。砂、砾屑主要为粉屑生屑泥粒岩，少部分为粘结岩。每一粒序层的中、上部碟状构造发育（图版I，5），具流化沉积物流的沉积特征。个别特别厚的层中，底部常有角砾灰岩出现，是中斜坡碎屑席的延伸沉积。

5. 深水海槽浊流沉积层 时代C₂，灰色薄至中层状砂屑生屑泥粒岩—粉屑生屑泥粒岩—灰泥岩粒级递变韵律层（图版I，6），显鲍马的A-E或A-B-E序列。层理规则。

化石 *Pseudoschwagerina* sp.等。

三、苔藓虫-珊瑚礁的特征、微相及发育阶段

（一）礁的岩石学特征概述

造礁生物主要为泡沫柱珊瑚（*Tysonophyllum*）（图版I，7）和笛苔藓苔虫 *Fistulipora*）（图版I，8），次要的有笛管珊瑚（*Syringopora*）和石柱珊瑚（*Lithostrotion*）。

喜礁生物主要是海百合茎、腕足、单体珊瑚、隐口目苔藓虫、有孔虫、腹足及少量介形虫、绿藻等。非骨骼蓝绿藻成包壳或粘结壳。

格架孔隙大多为灰泥充填，局部有粉、细砂屑、藻球粒、蓝绿藻团及小的喜礁生物分布。造架生物丛状体及丘状体之间为灰泥、砾砂屑堆积，颗粒常成堆富集，其间常为亮晶方解石胶结。生物骨内孔及次生溶孔中均有亮晶方解石充填。

（二）礁的发育阶段 具四次生长旋回（图3）。

第一阶段——泡沫柱珊瑚格架岩生长阶段。

礁的生长基底主要为棘屑滩，由三部分组成：下部为深灰色块状棘屑泥粒岩夹生屑粉屑粒泥岩，中部为浅灰色块状生物泥粒-泥粒岩，生物以大腕足、单体珊瑚、海百合

茎为主,含腹足、有孔虫等;上部为含砂屑的棘屑泥粒-粒泥岩夹含生屑的砂砾屑颗粒岩。

礁体由泡沫柱珊瑚格架岩组成,珊瑚呈丛状生长,每丛底面积为数至十余平方米。笛状珊瑚数量较少,直径仅数十厘米,呈向上披盖状生长。此外尚有少量石柱珊瑚丛。

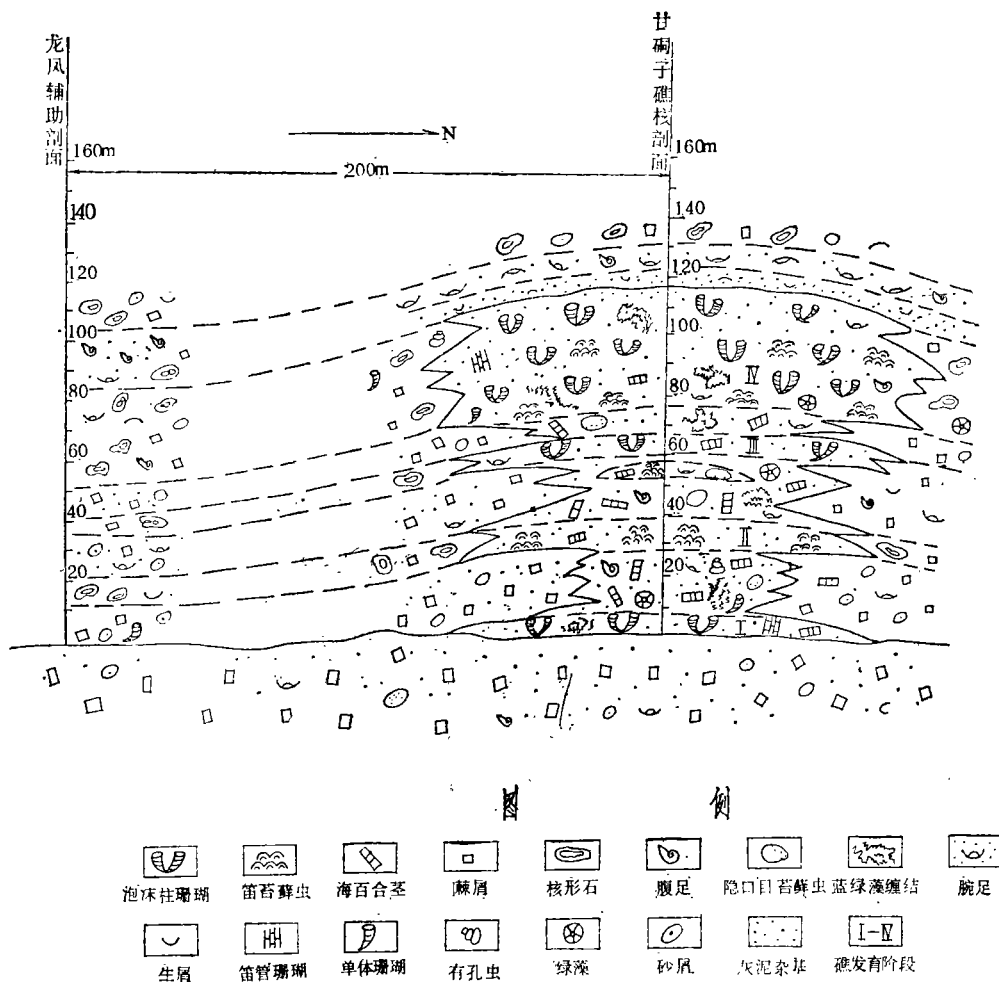


图3 广西田林县浪平田地甘洞子下石炭统大塘阶苔藓虫-珊瑚点礁

Fig. 3 Bryozoan-coral patch reef of the Datang stage of the Lower Carboniferous series at Gan Dong Zi, Longping in Tianling County, Guangxi

第二阶段——笛苔藓虫格架岩生长阶段。

基底主要为棘屑滩,局部时间为内碎屑滩。由下至上依次为砂屑-含苔藓腕足的棘屑泥粒-颗粒岩、砂屑泥粒岩、含苔藓(腕足)的棘屑颗粒岩以及含苔藓腕足的海百合茎泥粒岩。礁体主要为丘状、半球状、波状、枝状与不规则的笛苔藓虫组成(图版I, 8)。单丛丛体直径数至十余厘米,含量40—50%,局部高达70%。

第三阶段——泡沫柱珊瑚格架岩生长阶段。

礁生长的基底为含苔藓虫腕足的海百合茎泥粒岩组成的生物岩丘。礁格架岩主要由泡沫柱珊瑚组成，珊瑚呈丛状生长，单丛丛体底面积一至数平方米。笛苔藓虫呈半球状或附着珊瑚生长。格架生物占40—50%。

第四阶段——笛苔藓虫泡沫柱珊瑚格架岩发育阶段。

礁生长基底主要为苔藓虫海百合茎组成的生物岩丘，间或有含砂屑的棘屑颗粒岩、生屑-内碎屑泥粒-颗粒岩组成的滩。

上部的礁体生物格架岩由下至上可细分为以下四个微相：

(1) 笛苔藓虫格架岩 笛苔藓虫群体呈半球状、不规则状、直径数厘米至十余厘米，含量约30%，有少量笛管珊瑚小丛状体伴生，直径约十余厘米。

(2) 泡沫柱珊瑚-笛苔藓虫格架岩 笛苔藓虫呈球状、半球状、矩形、块状及不规则状，直径大多在五厘米左右，含量30—50%。泡沫柱珊瑚呈丛状生长，丛体直径10—40厘米，含量约10%。

(3) 笛苔藓虫-泡沫柱珊瑚格架岩 笛苔藓虫呈球状、半球状、直径在五厘米以下，含量15—20%。泡沫柱珊瑚呈丛状向上生长，含量30—40%，有时苔藓虫附着珊瑚生长。

(4) 泡沫柱珊瑚格架岩 泡沫柱珊瑚丛体含量50—60%，笛苔藓虫含量5—10%，后者包绕一至几个珊瑚生长，藻粘结发育（图版I，7）。

一、二旋回的下部白云化发育，致使原岩部分转变成中一细晶糖粒状白云岩。

(三) 礁盖层 灰色厚层状藻粘结粉屑藻球粒泥粒岩、细生屑粒泥-泥粒岩与含生、粉屑腕足颗粒-泥粒岩的间互层，为类似泻湖或台内洼地与生物岩丘环境的沉积，礁体淹没消亡。

(四) 礁的性质 礁体规模较小，分布直径仅200米，但其核部厚度厚达114米（10—23）层，比其周围同期沉积的非礁剖面厚度为大。在距礁核平距200米的龙凤非礁剖面中，已无明显的造架生物出现（图3）。由下至上主要由腕足核形石颗粒岩、腕足泥粒岩、棘屑泥粒岩、核形石颗粒岩、核形石棘屑颗粒岩、球粒腹足泥粒岩等组成，表明主要为浅滩和较深水（浅）滩环境，间或为生物岩丘环境。该剖面厚仅83米，与礁核剖面厚度相比相差达31米。说明礁体规模虽不大，却具有明显的地貌突起。礁体具清楚的原地生长格架组构，普遍发育的藻粘结，表明为一具抗浪性格架礁。根据礁体位于台地内部判断，应是台内的一个小点礁。

四、沉积环境及生物礁的演化

根据沉积学特征的分析，晚泥盆世时的浪平台地为极浅水的滩相环境，波浪作用显著，海水搅动强烈，水浅而温暖，蓝绿藻大量滋生并粘聚灰泥，在搅动水条件下组成核形石并堆积成核形石礁。由于蓝绿藻的茂盛，抑制了底栖生物的繁殖，估计水深仅数米。

早石炭世岩关期开始，由于区域性海侵，浅滩区海水逐渐加深，但仍为浅水环境，台地边缘面向海槽，台缘发育起具斑块状构造的藻粘结岩。由于藻粘结岩生长比较快

速,对台内起一定的遮挡作用,使台内浪能削弱,海底又较台地边缘为深,因而接受了较多的灰泥沉积。某些底栖浅海生物亦于此时发育,主要是海百合及与其伴生的隐口目和变口目苔藓虫及腹足、腕足类,此外尚有少量有孔虫、介形虫等。其中海百合与苔藓虫均能起一定的障积作用,它们边生长边捕集灰泥、生物(屑)以及内碎屑等各种碳酸盐颗粒,形成生物泥丘或生物岩丘并使之不断长高变大,它们的位置多在浪底之下。处于丘顶及其外侧的海百合和附生于海百合茎上的苔藓虫很容易遭受海流的破坏,打碎后的棘屑、苔藓虫、腕足、少量砂砾屑及灰泥等一起可以在丘的侧坡上堆积下来。同时,由于海百合骨片具有易飘浮搬运的特性,它亦可被搬至距丘较远的斜坡处堆积,这时骨片间缺乏灰泥填隙。显然,由这种方法形成的棘屑颗粒岩并不是一般水力分洗作用造成的,而是棘屑的“特殊分洗功能”的产物。它实际上代表着水动力不很强的较深的浅水环境。岩关期的中、后期,可能由于差异断裂活动的影响,使海底处于浪底稍上的位置。这里,不太强的波浪及海流对基底沉积物进行改造和再搬运,使之具有一定的分洗,最终导致亮泥晶共同填隙的含砂屑棘屑以及含腕足苔藓虫屑的棘屑泥粒-颗粒岩,间或还有同类型颗粒岩的堆积。这种环境可称之为较深水(浅)滩环境。岩关期开始时水深可能在30米以下,以后变浅约为10—20米。

大塘期开始,水体又有所加深,首先堆积下了灰泥、少量粉屑和生屑,继之有含苔藓虫屑腕足的棘屑泥粒岩堆积,这种环境缺乏分洗,泥晶填隙,具有台内洼地性质,估计水深在30米以下。稍后的环境变得有些动荡,水体时深时浅,形成由含砾、砂屑棘屑泥粒-颗粒岩组成的较深水(浅)滩与含腕足苔藓虫棘屑及含苔藓虫棘屑砂屑颗粒岩组成的浅滩交互的情况。后者形成时的最大水深可能不过十余米。

随着棘屑滩与生屑内碎屑滩的堆积与长大,使海底完全处于浅水波浪作用带范围,加之当时气候温暖,海水与海槽盆地相通,循环比较好,导致群体珊瑚及苔藓虫等造架生物的发育,同时蓝绿藻也很繁茂,它们粘结造架生物及其它沉积物,使其抗浪性更为增强。也许由于礁体位于台地内部,风浪不十分强烈,因而格架孔隙及造架生物群体之间多半已由灰泥及喜礁生物,内碎屑填积或沉积。估计此时水深仅数米至十余米,最大水深不超过20米。

成礁时期,由于原先存在的断裂再度频繁活动引起的等效海进与海退,不仅对规模较小的浪平台地的水深及水文条件影响甚大,而且转而又促进或抑制礁的发育。前已述及礁体发育具有四个旋回,每当造架生物生长至一定阶段时,都因伴随构造运动水体有所加深,使礁的发育受到抑制,随之又恢复到原先的棘屑滩、生屑内碎屑滩或生物岩丘环境,最终导致礁体的消亡。

自礁体消亡以后直至晚石炭世末期,浪平台地内部仍处于滩的环境,但海平面脉动性升降比较频繁。显然,这仍然是差异性断裂活动的多次变化引起的等效海进与海退的结果。表现为较深水(浅)滩与浅滩环境的交替出现,在较深水(浅)滩环境中堆积下内碎屑、生物及生物屑与灰泥的混杂沉积;在浅滩中因波浪的分洗作用仅有颗粒的堆积或者成核形石滩沉积(常成核形石泥粒-颗粒岩,其中的灰泥主要由蓝绿藻的粘结作用截留下来的)。同时,在大塘期的中、晚期,颗粒成分亦有一定差别。大塘期中期以砾、砂屑为主,生物与生屑为辅,大塘期晚期过渡为生屑砂屑并重。剖面中大塘中阶岩

性以含棘屑(间或为含生屑)的砾砂屑泥粒-颗粒岩与含棘屑或生屑的砂屑颗粒岩间互层为主,而大塘上阶岩性逐渐过渡为腕足棘屑砂屑泥粒-颗粒岩、砂屑棘屑腕足泥粒-颗粒岩及砂屑腕足棘屑颗粒岩间互层为主。在浅滩沉积的砂屑尤其是生屑的壳缘普遍发育藻占孔、泥晶套、藻包壳以及泥晶化作用。部分含砾砂屑生屑的核形石泥粒-颗粒岩及含砂屑生屑颗粒岩中叶片状亮晶方解石胶结物沿颗粒的一侧定向生长组成悬垂胶结,或者在两个颗粒较密接触的孔隙生长形成新月形胶结,表明这类浅滩曾局部暴露于大气淡水之下,可能系海滩环境的沉积,水体很浅,最大深度仅数米。在这一时间还间或出现腕足生物岩丘或泥丘,其形成水深可达30米或更深的环境。

早石炭世滩沉积物的大量堆积,使滩的边缘具有一定的坡度。进入晚石炭世不久,即因一段时间内连续的暴风浪作用,接受了主要由棘屑及粉、细砂屑及灰泥组成的粒级递变韵律层的沉积。总的来说,威宁期环境的演化的趋势是由台内洼地或深水(浅)滩向较深水(浅)滩过渡。生物组合以筳的普遍发育为特征。在威宁期早期,海底一直处于浪基面以下,深水(浅)滩发育,由于筳的丰度向上递增,因而依次出现棘屑泥粒岩直至含筳棘屑泥粒岩的沉积。到威宁期中期时,海水逐渐变浅,由深水(浅)滩过渡为较深水(浅)滩与浅滩交替发育的环境,在较深水(浅)滩中,沉积层由含砂屑筳的棘屑泥粒-颗粒岩组成,浅滩沉积层主要由砂屑棘屑筳颗粒岩以及生屑核形石颗粒-泥粒岩组成,生屑壳体上藻占孔、泥晶套、藻包壳、泥晶化都相当发育。到威宁期晚期主要为深水(浅)滩环境,发育了含砂屑或含腕足筳的棘屑泥粒岩,间或为较深水浅滩与浅滩环境,形成含棘屑筳的砂屑泥粒-颗粒岩及部分含砂屑棘屑的筳颗粒岩、泥粒-颗粒岩。当处于深水(浅)滩环境时,再度接受了一套具粒级递变韵律层的风暴沉积层。

晚石炭世马平期台地内部水深变化的趋势是随时间的进展逐渐变浅,波浪作用愈益显著,颗粒丰度不断增高,浅滩环境愈加发育。马平期早期水体尚较深,主要为深水(浅)滩环境,形成含砂屑筳棘屑泥粒岩,含砂屑棘屑的筳泥粒岩与颗粒-泥粒岩等的沉积,灰泥基质较多,分选作用差,到马平期中期,成较深水浅滩与浅滩相间出现的环境,筳的丰度较高,因而主要形成含砂屑的棘屑筳颗粒-泥粒岩,泥粒岩、颗粒岩等。这段时间所含的筳形体较大,愈向上受压变形及定向排列愈显著,所含砂屑亦较粗,大多也已发生变形并定向排列,表明沉积环境中水体能量较强。到马平期后期,浅水特征明显,波浪及沉积物的分选、分洗作用显著,颗粒岩发育。主要岩性有含棘屑筳的砂屑颗粒岩及生屑砂屑颗粒岩,表明浅滩环境占绝对优势。

石炭纪浪平台地的前缘斜坡及海槽盆地环境的演化特征主要取决于斜坡的坡度及构造活动的频度和强度。前已述及,浪平台地是由断垒块体发育而成的,其边界均由深断裂控制,故斜坡都比较陡峻,除形成正常的半深水沉积外,还发育各类碳酸盐重力流沉积。下文仅就前缘斜坡环境的演化作简要的阐述。

整个石炭纪,台地边缘主要是藻粘结岩发育区。但构造活动的影响使台地边缘随台地的演化而发生螺旋式地后退,台地边缘不时地并最终转变为台地前缘的上斜坡沉积环境。剖面上出现了灰白色块状藻粘结岩夹黑灰色块状粉屑生屑泥粒岩的层序,且愈向层序上部粉屑生屑泥粒岩层数愈多。此间,时有水道和小型峡谷发育,水道中有角砾灰岩堆积,小型峡谷中有棘屑泥粒-颗粒岩的砂流沉积。

台地前缘上斜坡堆积了百余米角砾灰岩。上文谈到，角砾灰岩有两类，一类是角砾来自藻粘结岩，杂基支撑；另一类角砾来自粉屑生屑泥粒岩，角砾间为几个世代亮晶填隙。不论那一类角砾岩都显逆粒序，中一厚层状，层理较清晰，偶夹个别薄层正粒序的钙屑浊积岩层。逆粒序的形成要求斜坡坡度大于20度。碎屑高速跌积成岩屑流或具岩屑流和颗粒流双重流动机制的搬运层沉积而成。该处水深至少在百米以上。因之，尽管台地有脉动式的升降，对斜坡沉积特征并无太大影响，在漫长的地质时间内上斜坡沉积了一套组构一致的逆粒序角砾灰岩。

台地前缘中斜坡是台地跌积边缘沉积物的最主要堆积场所。此地斜坡坡度已明显变小，来自上斜坡的高速流动的重力流沉积物至此速度变小，沉积物成“涌流”并成扇状扩散，最终形成层理不规则的叠覆的碎屑席沉积。

至台地前缘下斜坡，因其距物源较远，坡度已变得较缓，较粗的碎屑物质大多已在先期沉积，只有较细的碎屑、生屑和灰泥成流体化流和浊流的形式在此沉积。当然，当台地边缘出现大规模跌积时，也可有粗碎屑搬运到下斜坡来，此时可形成碎屑席-浊流的沉积层。由于流体化流沉积物的大量堆积，该相带沉积物内碟状构造十分发育。

至海槽盆地区，距台地边缘平距已有8公里以上，只有砂级以下的沉积物搬运至此，在搬运过程中沉积物进行分选，沉积了具鲍马的A—E，A—B—E序列的典型的钙屑浊积岩。

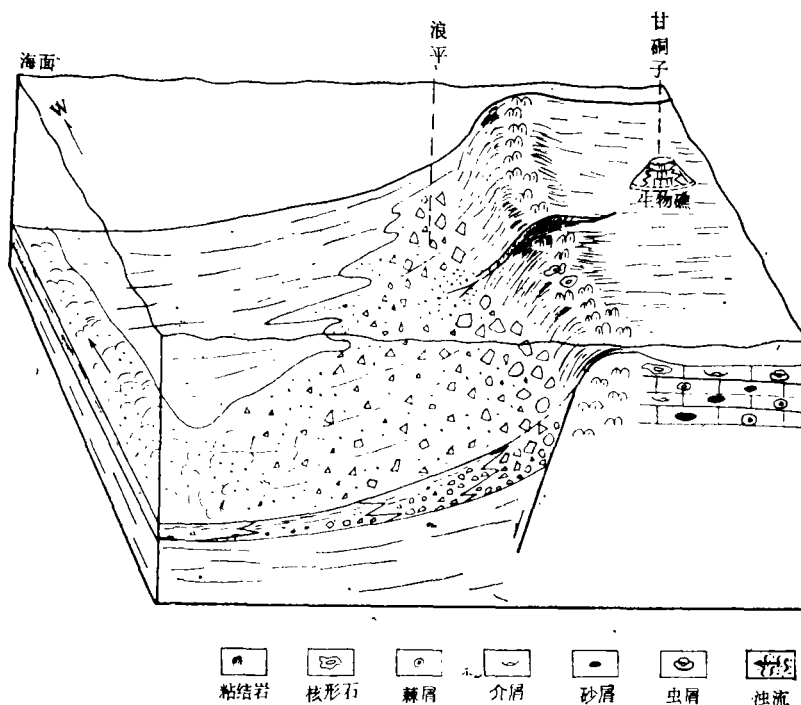


图4 广西田林县浪平石炭纪碳酸盐台地沉积模式图

Fig. 4 The pattern of the sedimentary environments of the Carboniferous carbonate platform at Longping in Tianling County, Guangxi

在台地前缘斜坡钙屑重力流沉积物中,有各种孔隙类型的沥青充填现象,特别是台地前缘中斜坡沉积相带,该相带沉积厚度大(推算近500米),粒度较粗,原生和次生孔隙发育,因而沥青亦特别富集。这为整个南盘江地区及其邻区今后的油气勘探指明了又一个方向。

根据代表性剖面的基本岩性特征及沉积环境演化规律,结合区域构造展布特点,建立了浪平石炭纪碳酸盐台地沉积环境模式图(图4)

张庭山同志参加了剖面丈量及化石鉴定,先后协助这项工作的还有兰光志、林锦硕、朱高琮、何远蕊、董兆雄及我院地质系七八级毕业生郑星、史洪涛;七九级毕业生于垣,李安琪、谢金友、胡海燕同志,在此一并致谢!

收稿日期 1984年10月17日

参 考 文 献

- [1] 西南石油学院碳酸盐岩研究室, 1982, 西南石油学院学报, 第1期, 1—15页。
- [2] G.V.奇林格等主编, 1967, 碳酸盐岩(沉积学进度9A、9B), 石油化学工业出版社, 冯增昭等译。
- [3] J.L.威尔逊等, 1975, 地质历史中的碳酸盐相, 地质出版社。
- [4] O.A.Jones and R.Endean, 1977, Biology and Geology of Coral Reefs, Academic Press, New York, San Francisco, London, P.1—53.

THE CARBONIFEROUS SEDIMENTARY ENVIRONMENTS AND THE BRYOZOAN-CORAL PATCH REEF OF THE DA-TANG AGE OF THE LONG-PING CARBONATE PLATFORM IN TIANLING COUNTY, GUANGXI PROVINCE

Fang Shaoxian Hou Fanghao

(Southwest Petroleum Institute, Sichuan)

Abstract

The Longping carbonate platform is located in the Nanpan River area in the western part of the continental margin fault basin in South China. In this area, it is a smaller one in a series of isolated carbonate platforms. It is surrounded by the NW and NE trench-rift of the graben type. The platforms are formed by the rising of horst fault. In the Carboniferous epoch, there was a successional carbonate deposit area. The bryozoan-coral reef is located in the southern tip of the platform--near Gan Dong Zi.

The Lower Carboniferous rocks of the Yangan stage consist mostly of crinoidal packstones and crinoid-clast pack-grainstones. The latter contained calcarenites and brachiopod-bryozoan fragments. Intercalated beds are composed of bioclastic calcirud-calcarenite pack-grainstones and calcarenitic crinoid-clast grainstones.

The Datang stage can be divided into three parts. The lower part consists of bryozoan-coral reef complex. The middle part consists of interbedding of crinoid-clastic or bioclastic calcirud-calcarenite pack-grainstones and crinoid-brachiopod fragment-calcirud-calcarenite grainstones. The upper part consists of interbedding of calcarenite-crinoid-brachiopod fragment or crinoid-brachiopod fragment-calcarenite pack-grainstones, and bioclast-calcarenite or calcarenite-crinoid-brachiopod fragment grainstones. The interlayers are oncolite pack-grainstones containing bioclasts.

The fusulinids appeared, in the main, in the Upper Carboniferous series. In this age, the Weining stage can be divided into three parts, too. The bottom consists of graded beds of fusulinid crinoid-calcarenite grainstones-pack-grainstones-wackstones. Toward the upper part, it turned into crinoidclast packstones containing fusulinids and fusulinid containing crinoid fragment. The upper part consists of crinoidclast pack-grainstones containing calcarenite and fusulinid and fusulinid pack-grainstones containing calcarenite and crinoid fragment. Sometimes they are composed of interbeddings. The intercalated beds are crinoidclast grainstones containing calcarenite and fusulinid, bioclast-calcarenite packstones and grainstones, and oncolite pack-grainstones containing bioclastic.

The Maping stage can be divided into two parts. The lower part consists mostly of crinoidclast packstones and pack-grainstones containing calcarenitic and fusulinid. The fusulinid packstones and pack-grainstones containing calcarenitic and crinoid fragment are secondary. Intercalated beds are crinoidclast grainstones containing calcarenitic and fusulinid grainstones containing crinoid fragment. The upper part consists of calcarenite grainstones containing crinoid-fusulinid fragment of bioclastic, and minor fusulinid and their fragment grainstones containing calcarenite and crinoid fragment.

According to the determination of the petrological and palaeontological characters during the Carboniferous period, the algal bindstone grew on the margins of the Langping Platform. Various carbonate gravity flows sediments deposited on the foreslopes of the platform. There is mainly a bank inside the platform. The water depth varies with times—from a few meters to 30—40 meters. According to the water depth, the bank can be divided into: the shallow bank (a few—10 m); the deeper shallow bank (10—20 m); and the deepest shallow bank (20—30 m). Sometimes, there was a bioherm of bryozoan, crinoid and brachiopod. The bryozoan-coral reef developed in the lower part of the Datang stage.

The reef developed on the crinoid fragment bank. The framework-building organisms are mostly *Thysanophyllum* and *Lithostrotion* of Tetracoralla, *Fistulipora* of Cyclostomata and some *Syringopora* of tabulate. Reef-like organisms are mostly Crinoids, Solitary Corals, Foraminiferas, Gastropods, Ostracods, etc. Blue-green

alage developed a lot and have formed into binding-coat or coat. Framework porositys are filled with reef-like organisms, limes and spar cements, and their distribution is not uniform.

The growth of the framework-building organisms met with obstacles as they grew to a certain extent. Because the reef grew so rapidly that the sea water became shallow; or because the ingression velocity was faster than the velocity of the growth of framework-building organisms, the sea water became deep. Thus, intra-clastic crinoid fragment bank came back again over there. As a result, four cycles of bank or bioherm- framework reef appeared in the stratigraphic section. The stages of the development of the reef are as follows:

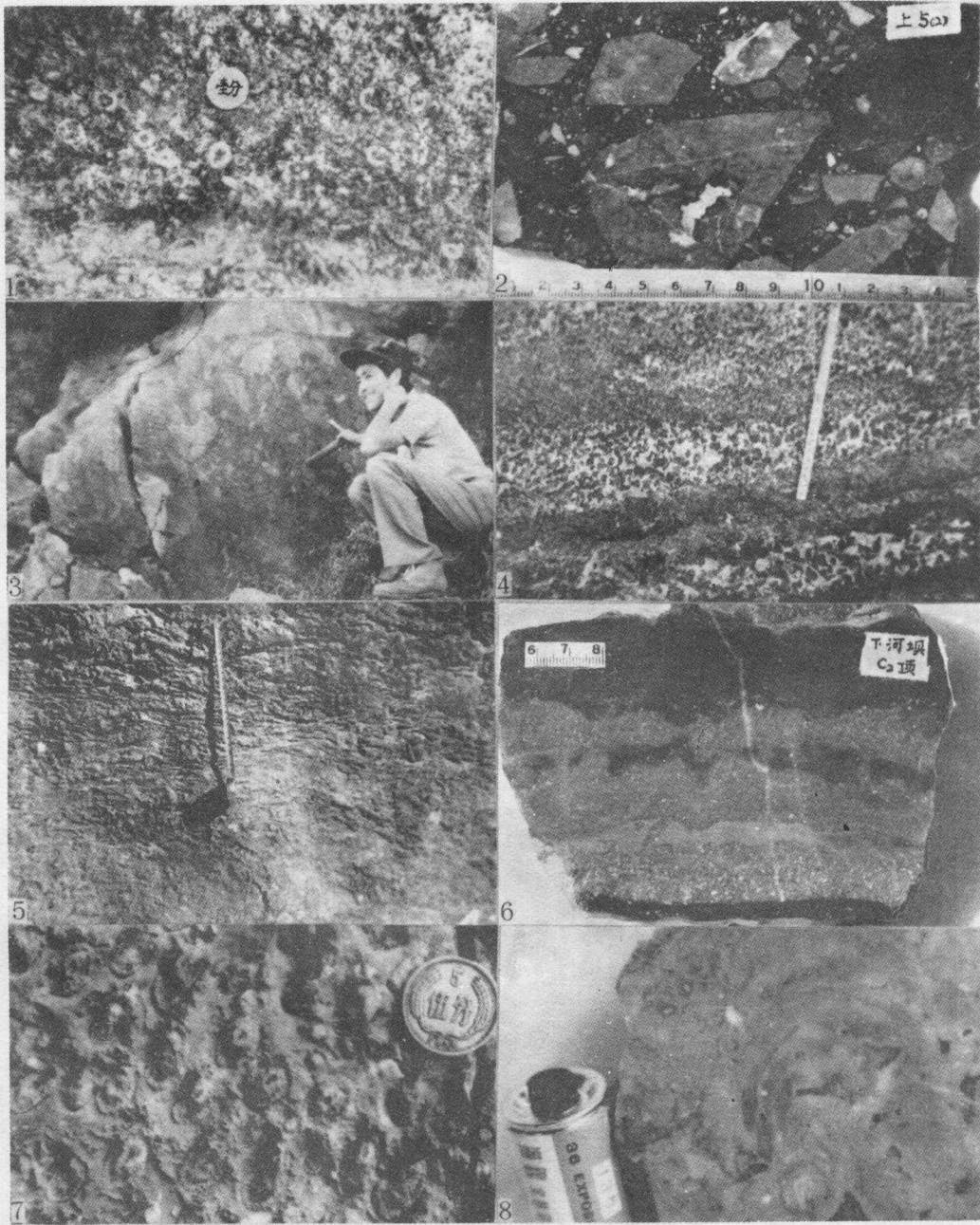
(1) The first stage: *Thysanophyllum* framework-stone. The growing basement is crinoid fragmental bank. Some lumps of the *Syringopora* and *Lithostrotion* appear here too, Dolomitization develops upward.

(2) The second stage: *Fislulipora* frameworkstone. The growing basement of the reef is mostly calcarenitic-crinoid fragmental bank. The autochthonous-growing ecology of the organisms becomes clearer and clearer upward. The top has turned into bryozoan-crinoid bioherm. There are some clumps of *Fislulipora*, and algal bind has developed in this enviroment. The dolomitization is mainly replacement of intraclasts and matrix.

(3) The third stage: *Thysanophyllum* frameworkstone. The growing basement of the reef is bioherm. *Fislulipora* is semisphere-like or grow on the coral. Algal binding and algal coat developed in rocks.

(4) The fourth stage: *Fislulipora-Thysanophyllum* frameworkstone. The growing basement of the reef is bioherm. The reef can be divided into four microfaciee;

- a. *Fislulipora* frameworkstone;
- b. *Thysanophyllum-Fislulipora* frameworkstone;
- c. *Fislulipora-Thysanophyllum* frameworkstone;
- d. *Thysanophyllum* frameworkstone.



1. 海百合茎泥粒岩，岩关阶底部 2. 角砾屑泥粒岩，角砾为藻粘结岩及黑灰色粉屑生屑泥粒岩，基质支撑。台地边缘水道岩屑流沉积 3. 逆粒序岩屑流沉积，角砾为自藻粘结岩，小河口C₁下部 4. 角砾颗粒岩—生屑砂屑颗粒岩—粉屑生屑泥粒岩的粒级递变韵律层，砂屑屑为黑灰色粉屑生屑泥粒岩，角砾岩段无基质，亮晶方解石充填，浪平北1公里，C₁中部 5. 具礁状构造的粉屑泥岩，礁状构造愈向上部愈密集，发育愈好。浪平中学，C₂顶 6. 钙屑浊积岩，显鲍马的A-E，A-B-E序列后期的重荷变形使层理不规则，下河坝，C₂顶 7. 泡沫柱珊瑚格架岩，大塘阶23层 8. 半球状筳苔藓虫，大塘阶13层。